

# פרויקט ENGINEER - דוגמה לגשר בין חינוך פורמאלי לבלתי פורמאלי

מיה הלוי<sup>1</sup>

השיח על הקשר שבין החינוך הפורמאלי לחינוך הבלתי פורמאלי מתקיים בקהילת החינוך המדעי זה שנים רבות. לאחרונה התרבו הניסיונות לאתר את נקודות הממשק ביניהם. אחת מהפעולות לגשר בין השניים היא תכנון משותף של יחידות הוראה-למידה שהן פרי פיתוח של מורים ואנשי חינוך מדעי במערכת החינוך הפורמאלית והבלתי פורמאלית ואשר מזמנות למידה בתוך בית הספר ומחוצה לו, למשל בסביבה מוזאלית.

## מקור ההשראה

בחודש מאי 2010 הוזמן מוזאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים לבוסטון כדי להציג את פעילותו באירועי "סוף שבוע של חדשנות ישראלית", אשר ארגנה הקהילה המקומית יחד עם הקונסוליה הישראלית. באירוע מרתק זה שהתקיים במוזאון המדע התוודענו לראשונה לתכנית שפיתח צוות מוזאון המדע בבוסטון Elementary Engineering is EİE®. תהליך התיכון ההנדסי הופיע בתכנית כחלק מתכנית הלימודים הרשמית במדע וטכנולוגיה החל מבית הספר היסודי. בתכנית הוצגה דוגמה להוראת תחום ההנדסה באמצעות משימות אתגר מרתקות הקשורות לחיי היום-יום, שלפתרון נדרש ידע מדעי. התכנית נשענת על מעגל תיכון פשוט בן חמישה שלבים שנראה קל ליישום ולהטמעה. בתכנית דוגמאות למשימות אתגר מתחומי ההנדסה השונים. משימות האתגר רלוונטיות לגיל התלמידים, פתוחות ומאפשרות יצירתיות, מאתגרות ובו בזמן לא נדרשת תשתית מורכבת כדי להפעילן או ציוד יקר כדי לשלבן בבית הספר. יותר מכול שמחנו לשמוע מנשיא ומנכ"ל המוזאון ד"ר יואנים מיאליס על כך שמוזאון מדע הוא המקום הנכון לפתח תכנית מסוג זה. ד"ר יאנים תיאר את האופן שבו מוזאון מדע יכול לסייע בהובלת תכנית שהיא חלק מתכנית לימודים במערכת החינוך הפורמאלית, כפי שזה קורה במוזאון המדע בבוסטון. בתכנית EİE לומדים 2.7 מיליון תלמידים ממדינות שונות בארה"ב, ומלמדים בה 37,800 מורים. התכנית הוצגה בפני הגב' שושי כהן, מנהלת תחום

השיח על הקשר שבין החינוך הפורמאלי לחינוך הבלתי פורמאלי מתקיים בקהילת החינוך המדעי זה שנים רבות. לאחרונה התרבו הניסיונות לאתר את נקודות הממשק ביניהם. אחת מהפעולות לגשר בין השניים היא תכנון משותף של יחידות הוראה למידה שהן פרי פיתוח של מורים ואנשי חינוך מדעי - במערכת החינוך הפורמאלית והבלתי פורמאלית ואשר מזמנות למידה בתוך בית הספר ומחוצה לו, למשל בסביבה מוזאלית. המינהל למדע וטכנולוגיה יזם פורום עבודה משותף הכולל צוות מהמינהל למדע וטכנולוגיה וצוותי החינוך של מוזאוני המדע. הללו פועלים יחד זה זמן לפיתוח של סביבות למידה חדשניות לבתי ספר יסודיים ולחטיבות הביניים. המינהל למדע וטכנולוגיה והפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה יזמו שני מהלכים מרכזיים לשדה: התנסויות מרכזיות; וביצוע תהליכי חקר, כתיבת עבודות חקר ופתרון בעיות והצגתן בירידי מדע. הטמעת סביבות הלמידה החדשניות המפותחות תיעשה על ידי המדריכים והמורים למדע וטכנולוגיה בשיתוף מוזאוני המדע ובהלימה לשני מהלכים מרכזיים אלה.

שיתוף פעולה מסוג זה בין החינוך הפורמאלי לבלתי פורמאלי עומד בבסיסו של פרויקט ENGINEER, פרויקט לשילוב משימות אתגר בתחומי הנדסה בלימודי המדע והטכנולוגיה בבית הספר היסודי, יוזמה שיש לקוות שתתרחב גם לחטיבות הביניים.

<sup>1</sup> מיה הלוי, מנהלת מוזאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים, קואורדינטור של פרויקט ENGINEER



הצוות המשותף יחידת הוראה-למידה אחת בת ארבעה פרקים- שיעורים בתחום הנדסי אחד, בתוך מדעי רלוונטי לתלמידים ובהלימה לתכנית הלימודים. בנוסף יפתח הצוות מערך של תכניות משלימות במוזאון מדע עבור תלמידים ועבור קהל המשפחות. הוחלט לייעד את התכנית לכיתות ד'-ו' בבתי הספר. בסיום עבודת הפיתוח והניסוי כל היחידות תתורגמנה לעשר שפות על פי שפת המדינה השותפה בתכנית ותהינה זמינות לכול ברשת. ההצעה שהגשנו קיבלה ציון הערכה גבוה מאוד, ובזכותה קיבלנו את המימון הנדרש מהאיחוד האירופי. בחודש אוקטובר 2011 יצאנו לדרך, 26 שותפים, 10 בתי ספר יסודיים ו-10 מוזאוני מדע מ-10 מדינות באירופה: שוודיה, דנמרק, הולנד, בריטניה, צרפת, גרמניה, איטליה, יוון, צ'כיה וישראל; שתי אוניברסיטאות מבריטניה, ארגון מוזאוני המדע של אירופה, ארגון אירופי של מורים למדעים ומוזאון המדע של בוסטון. בהמלצת המינהל למדע וטכנולוגיה נבחר בית הספר נתיב זבולון ממודיעין כבית הספר שותף מישראל.

### מעגלי השותפות

פרויקט ENGINEER הפך למעשה לפרויקט שבונה גשרים, והגשר החזק שבהם הוא הגשר שבין החינוך הפורמאלי לבלתי פורמאלי, שותפות שיצרנו בין מוזאוני מדע ובין בתי הספר של מדינות שונות בפרויקט אירופי.

ביוזמה מתקיימים שלושה מעגלים של שותפויות: השותפות המקומית - גישור וחיבור בין צוות בית הספר לצוות המוזאון בפיתוח יחידת הוראה-למידה. השותפות האזורית - חילקנו את עשר המדינות לחמישה זוגות שעובדים במקביל וביחד על התנסות בהפעלת היחידות בבתי הספר. אל הצוות הישראלי חבר הצוות ממוזאון המדע ובית הספר מיוון. השותפות האירופית השלישית היא של כלל החברים, של מורים ושל אנשי חינוך מוזאלי מכל עשר המדינות, שנפגשים לסדנאות עבודה משותפות בכל אחד משלבי הפרויקט השונים. סדנאות שבהן מתקיימת למידת עמיתים ולמידה ממומחים. מעגלים אלו יצרו קהילה מקצועית חדשה, קהילה ששותפים בה אנשי חינוך מדעי מהמערכת הפורמאלית והבלתי פורמאלית, קהילה שיצרה מעגלי למידה שהם פועל יוצא של מעגלי השיתוף.

התכנית נועדה לתת מענה לכלל מדינות אירופה, ולכן ביקשנו

מדעים ומפמ"ר מדע וטכנולוגיה במינהל למדע וטכנולוגיה במשרד החינוך, שגילתה עניין רב בתכנית. במסגרת תפקידה במשרד החינוך בחנה הגב' שושי כהן עם צוות המפקחים והמדריכים את מהות החינוך הטכנולוגי בבית הספר היסודי בישראל, את מאפייניו ואת היקף ואופן הטמעתו במערכת. הגב' כהן זיהתה בתכנית זו הזדמנות לעבודה משותפת של אנשי החינוך המדעי הפורמאלי ואנשי החינוך הבלתי פורמאלי. לאחר בחינה מעמיקה של אחת מיחידות ההוראה-למידה אשר פותחו ולאחר עיון במחקרי הערכה שנעשו לתכנית EIE, חיפשנו דרך לתכנן את הגרסה הישראלית לתכנית. גרסה שתתבסס על העקרונות שפותחו במוזאון המדע בבוסטון ובה בעת תיתן מענה לצורכי מערכת החינוך בישראל.

### חלון ההזדמנויות

קול קורא לקידום החינוך המדעי באירופה באמצעות למידת חקר, שפרסם האיחוד האירופי בקיץ 2010, פתח בפנינו חלון הזדמנויות למימוש החלום. בעידודו ובסיועו של המינהל למדע וטכנולוגיה החלטנו לגבש קבוצה בינלאומית ולהגיש יחד הצעה למיזם משותף לקול הקורא.

לקידום התהליך הזמנו את אנשי מוזאון המדע בבוסטון להיות שותף בתכנית: לייעץ, לתמוך ולסייע בפיתוח היחידות על בסיס ניסיונם הרב. כמו כן פנינו למספר מוזאוני מדע באירופה, שאתם פיתחנו בעבר קשרי עבודה הדוקים סביב פרויקטים חינוכיים שונים, וביקשנו מהם לחבור אלינו ולהשתתף בתכנית. המוזאוני הגיבו בהתלהבות רבה לפנייתנו. נראה היה כי הרעיון של שילוב לימודי הנדסה במסגרת לימודי המדע והטכנולוגיה החל מבית היסודי הוא רעיון חדשני ומאתגר, שאינו מוכר במערכות החינוך באירופה, אך עונה לצורך קיים בה. תוכן הקול קורא חייב אותנו לשותף בהצעה גופים שונים מעשר מדינות לפחות, החברות באיחוד האירופי. החלטנו להציע תכנית שתאפשר פיתוח יחידת הוראה-למידה בכל אחת מעשר המדינות. על פי ההצעה יהיה זה פיתוח משותף של מורים ואנשי חינוך במוזאוני המדע וישתתפו בו צוותי חינוך מבתי הספר היסודי וצוותים ממוזאון המדע. עוד הוחלט שצוות חוקרים מאוניברסיטת מנצ'סטר בבריטניה, שהוא בעל מומחיות רבה בפיתוח תכניות לימודים במדע וטכנולוגיה, ילווה את תהליך הפיתוח בהדרכה ובהנחיה של אנשי החינוך. על פי התכנון, בכל אחת מעשר המדינות השותפות בתכנית יפתח



להתנסות ולהדגמה. תשתית ייחודית זו עומדת בפרויקט ENGINEER, כמו גם בפרויקטים אחרים, לרשותה של מערכת החינוך. עם זאת גילינו שעל מנת להפוך כל זה לנגיש ומשמעותי עבור מערכת החינוך, יש להגדיר מסגרות משותפות לעבודה עם אנשי חינוך, מורים ומדריכים ממערכת החינוך הפורמאלית. כך התאפשר לצוות המוזאון ללמוד באופן מעמיק על צורכי המערכת ומאפייניה במטרה לתת מענה מיטבי לצורכי המערכת.

במהלך הפיתוח המשותף למדו שני הצדדים - הצד הפורמאלי והצד הבלתי פורמאלי - על האתגרים שאתם מתמודדים המורים בכיתה לצד האתגרים שעומדים בפני מדריכים במוזאון מדע. העבודה המשותפת בפיתוח יחידת הוראה-למידה אחת לסביבות למידה שונות אפשרה לחדד את היתרונות והחסרונות, את המכשולים וההזדמנויות של סביבת בית הספר וסביבת המוזאון. המטרה שעמדה לנגד עינינו הייתה להשלים במוזאון את תהליך הבניית הידע וההבנה המתקיימים בבית הספר, וכך גם להעשיר ולהעמיק אותה. בתהליך הפיתוח המשותף אנחנו מתנסים למעשה בבחינתן של שש התמות המרכזיות (Strands) שאופיינו בדו"ח שפורסם על ידי קבוצת חוקרים במסגרת מחקר של המועצה האמריקנית הלאומית למחקר (NRC) בשנת 2010. 6 התמות דנות במשמעויות החינוך המדעי הלא פורמאלי: (1) מוטיבציה ועניין; (2) ידע והבנת עיקרון; (3) ניסוי, בדיקה, השערה; (4) רפלקציה על התהליך, העיקרון והתופעה; (5) שימוש בכלים ובשפה המדעית; (6) פיתוח זהות עצמית כחוקרים. ארבע מהן הוגדרו עבור המערכת הפורמאלית ושתיים, הראשונה והאחרונה, התווספו בעת המחקר שביצעו על למידה במסגרות הבלתי פורמאליות. השילוב בין למידה המתרחשת בבית הספר ללמידה המתאפשרת במוזאון מדע יכולה להעשיר את חוויית הלמידה לאורכה, לרוחבה ולעומקה של הלמידה שלנו (Life-long, Life-wide and Life-deep learning) כפי שנוסחה בשנת 2007 בצורה כל כך מקיפה במסמך שפרסמו החוקרים מאוניברסיטת סיאטל בארה"ב. שילוב זה מאפשר ללומדים לפגוש את אותו נושא בהקשרים שונים, בדרכים שונות, באמצעות מתווכים שונים ובסביבה חברתית שונה, גם מעבר לשעות הלימוד בבית הספר. אנחנו נמצאים בנקודה מרתקת של הפרויקט: עשר משימות אתגר מתחומי הנדסה שונים פותחו במהלך השנה האחרונה

בתחילת העבודה על היוזמה ללמוד על מאפייני תכניות הלימודים במדע וטכנולוגיה במדינות השונות ועל פרופיל המורים וההכשרה המקצועית שלהם. כך למדנו על אסטרטגיות ההוראה הנהוגות בכל אחת מהמדינות השותפות ועל התשתיות הפיזיות בבתי הספר. זיהינו את נושאי הלימוד המשותפים אשר שימשו מאוחר יותר בסיס לבחירת הנושאים שבהם תעסוקנה יחידות הוראה למידה, והגדרנו את ההיבטים הפדגוגיים שחשוב להתמקד בהם בפיתוח חומרי הדרכה למורים.

למידה זו סייעה לנו להכיר במאפיינים הייחודיים של מערכת החינוך בישראל, כמו קיומה של תכנית לימודים סדורה ומחייבת במדע וטכנולוגיה החל מבית הספר היסודי, בשונה מרוב המדינות השותפות בתכנית. נגה משען, המדריכה הארצית במינהל מדע וטכנולוגיה, מלווה את התכנית מטעם משרד החינוך בייעוץ פדגוגי דידיקטי ובהכוונה הנסמכת על יעדי מינהל מדע וטכנולוגיה ותכניות עתידיות שלו.

במהלך פיתוח היחידות ובמפגשים בסדנאות נוכחנו בהבדלים בינינו לבין מדינות אירופה גם בתחום החינוך. הופתענו לגלות שנושאים מסוימים הם טאבו להוראה בגרמניה ובבריטניה. כך למשל, ההצעה לבחור את נושא מערכת הדם כמשימת אתגר בתחום הנדסה ביו-רפואית נפסלה מחשש שהתלמידים יפתחו רתיעה מהנושא. מקרה זה חידד לנו את ההבדלים התרבותיים הרבים שקיימים כיום באירופה בין מדינות ובתוכן, כמו גם בחברה בישראל, ועל הצורך לבחון את משימות אתגר שאנו מפתחים בזוגות משקפיים רבים. עם זאת שמחנו למצוא בעבודה עם השותפים מיון קווי דמיון בגישה הפדגוגית, ותהינו אם הסיבה לכך קשורה למיקום הגאוגרפי המשותף - אגן הים התיכון.

## הילכו שניים יחדיו בלתי אם נועדו?

מוזאון מדע הוא למעשה מעבדה מקצועית לפיתוח פדגוגי. במוזאון המדע פועל צוות פיתוח רב- תחומי הכולל לצד אנשי חינוך מדעי- טכנולוגי גם אנשי מדע, מהנדסים ומעצבים. צוות שמנוסה בעבודה משותפת. למוזאון מדע יש נגישות גבוהה ליועצים - לחוקרים ולמפתחים מהאקדמיה ומהתעשייה. הסביבה הייחודית של מוזאון מדע מאפשרת תהליך פיתוח תוך כדי התנסות עם כל מרכיב בפעילות עם קהל. בית המלאכה המצויד של המוזאון מאפשר בנייה של מודלים ואביזרים ייעודיים



רואים בחיבורים, ביצירה של הקשרים ובבנייה של הגשרים ביניהם, וכל זאת למען מטרה משותפת: קידום לימודי המדע והטכנולוגיה בבתי הספר ובמוזאונים.

#### **עוד על הפרויקט אפשר לקרוא באתר מוזאון המדע**

<http://www.mada.org.il/engineer> (בעברית)

#### **ובאתר הפרויקט**

<http://www.engineer-project.eu>

#### **מקורות להרחבה**

Engineering is Elementary

Learning Science in Informal Environment, People, places and Pursuits, National Research Council of the National academies US

Learning in and out of school in diverse environments, the LIFE center, University of Washington, Stanford University and SRI international;

עבור תלמידים בבתי הספר, עבור תלמידים במוזאון ועבור קהל משפחות המבקר במוזאון המדע. בנוסף ליחידות הוראה-למידה נכתבו מדריכים למורים.

בחודשים אלו מתקיימת בבתי הספר ובמוזאון המדע השותפים הפעלה ניסיונית של התכניות. אנשי ההערכה הפנימית של הפרויקט מנסים לאתר את נקודות החזקה ונקודות התורפה של היחידות שפותחו ולגבש המלצות לשיפורן לקראת סבב פיתוח נוסף. בנוסף מתקיימת ההערכה החיצונית של הפרויקט. באמצעות תצפיות, ראיונות ושאלונים בוחנים אנשי ההערכה את ההשפעה של התכנית על ההוראה והלמידה בכיתות ובמוזאון ובמיוחד הם מעריכים את האינטראקציה שנוצרה בין השותפים ממערכת החינוך הפורמאלית והבלתי פורמאלית. בישראל נעשית הערכה זו בעזרת נציגות מהמינהל למדע וטכנולוגיה.

ההגדרות של חינוך פורמאלי - בהשוואה לחינוך בלתי פורמאלי, אי פורמאלי או לא פורמאלי, בין חינוך פורמאלי מול חינוך משלים - מעסיקות את החוקרים באקדמיה, זאת בניסיון לאפיין את הייחוד של כל אחת מהן ולבחון את ההשפעות. במאמר זה ניסיתי לתרום מעט לדיון, אך בעיקר להציג את החשיבות הרבה שאנחנו